نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ص. ۵۰۰-۴۸۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 4, Winter 2016, P. 486-500
ISSN: 2008 - 4730

اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

مهسا اقحوانی شجری[۱]- پرویز رضوانی مقدم[۲*]- رضا قربانی[۳]- مهدی نصیری محلاتی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶

چکیده

به منظور مطالعه اثرات کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- کود زیستی میکوریزا، ۲- کود زیستی بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار، ۳- کود شیمیایی (NPK)، ۴- کود گاوی، ۵- ورمی کمپوست، ۶- میکوریزا + کود شیمیایی، ۷- میکوریزا + کود گاوی، ۸- میکوریزا + ورمی کمپوست، ۹- بیوسولفور + کود شیمیایی، ۱۰- بیوسولفور + کود گاوی، ۱۱- بیوسولفور + ورمی کمپوست و ۱۲- شاهد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی (۶/۶ عدد) در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و بیشترین تعداد چتر در بوته (۱۹ عدد) و چترک در چتر (۵ عدد) در تیمار کاربرد منفرد کود زیستی میکوریزا به دست آمد. حداکثر تعداد دانه در چتر (۲۱/۶ عدد)، تعداد دانه در بوته (۳۶۶ عدد)، عملکرد دانه (۱۴۶۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۵۵ درصد) در تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی مشاهده شد. کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی اثر چشمگیری در افزایش وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه داشت. بیشترین مقادیر درصد و عملکرد اسانس دانه به‌ترتیب در تیمارهای مصرف منفرد کود زیستی میکوریزا و مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی به‌دست آمد (۰/۲درصد و ۲۶۰۲ گرم در هکتار). به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به خصوص میکوریزا نقش چشمگیری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز داشت. علاوه بر این، مصرف تلفیقی کودهای زیستی به خصوص میکوریزا با کودهای آلی و شیمیایی اثرات به مراتب بهتری در مقایسه با کاربرد منفرد منابع کودی مورد مطالعه ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: بیوسولفور، درصد اسانس، شاخص برداشت، عملکرد اسانس، عملکرد بیولوژیک، میکوریزا

مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز یکی از منابع غنی کشور ایران بوده که علاوه بر تامین مصارف داخلی می تواند از نظر درآمدزایی نیز مورد توجه قرار گیرند. اگرچه تولید ترکیبات متابولیکی ثانویه عمدتاً توسط خصوصیات ژنتیکی گیاهان کنترل می‌شود، با این حال عوامل محیطی و مدیریتی از جمله مدیریت تغذیه‌ای گیاه در کمیت و کیفیت این مواد تأثیر قابل توجهی دارد. گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) متعلق به خانواده چتریان بوده و به‌طور وسیعی در بسیاری از نقاط جهان کشت و کار می‌شود (۴ و ۶۵). این گیاه به دلیل داشتن مواد مؤثره و به خصوص ترکیب دارویی لینالول در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربردهای فراوانی دارد (۲۷، ۷۰ و ۷۷).

یکی از مهم‌ترین اهداف در تولید گیاهان دارویی، افزایش مقدار زیست توده آن‌ها با روش‌های به زراعی است و در این خصوص تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد (۶۵). مطالعات نشان می‌دهد که تولید مواد موثره گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی و حاصلخیزی خاک بوده و در این بین ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای جهت کسب حداکثر کمیت و کیفیت دارویی، حائز اهمیت است (۲ و ۲۸). در سیستم‌های کشاورزی رایج مصرف کودهای آلی از رواج چندانی برخوردار نیست و عمده نیاز غذایی گیاهان زراعی از طریق کودهای شیمیایی تامین می‌شود و از آن‌جا که این کودها نیازهای غذایی محصولات را در کوتاه مدت فراهم می‌سازند، زارعین حاصلخیزی دراز مدت خاک و فرآیندهای کنترل کننده آن را به فراموشی سپرده‌اند (۳۰). مطالعات نشان داده

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری اگرواکولوژی و استادان گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)

است مصرف بیش از حد و نامتعادل کودهای شیمیایی در بلند مدت، باعث کاهش عملکرد گیاهان زراعی و فعالیت های بیولوژیکی و خصوصیات فیزیکی خاک، تجمع نیترات و عناصر سنگین و در نهایت باعث ایجاد پیامدهای منفی زیست محیطی و افزایش هزینه‌های تولیدی می‌گردد (۱، ۱۲ و ۳۶).

در سال‌های اخیر به علت توجه روز افزون به تولید محصولات غذایی سالم، استفاده از کودهای زیستی و نیز مواد آلی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش کیفیت محصولات زراعی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۷، ۱۹ و ۸۵). حفظ پایداری و حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی به‌علت دارا بودن اکثر عناصر مورد نیاز گیاه و اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی؛ شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند حائز اهمیت است (۲۹، ۴۹، ۶۶). همچنین استفاده از کود بیوسولفور (حاوی باکتری تیوباسیلوس) توام با مصرف گوگرد یکی از راهکارهای افزایش فراهمی فسفر در خاک از طریق اکسایش گوگرد و تحت تاثیر قراردادن pH خاک است (۳۳ و ۵۲).

مطالعات مدیریت تغذیه ای گیاهان دارویی با استفاده از منابع آلی در سالهای اخیر از رشد قابل توجه ای برخوردار بوده است. نتایج اکبری نیا و همکاران (۴) حاکی از آن است که بیشترین عملکرد بذر و اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بترتیب با کاربرد ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. رحیمی و همکاران (۶۹)، گوجار و همکاران (۳۷) و یالسینتاس (۸۶) اثرات کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر را بر عملکرد کمی و کیفی گشنیز موثر گزارش کردند؛ با این وجود آرگانوسا (۹) گزارش کرد که کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن به علت کافی بودن مقدار نیتروژن موجود در خاک محل اجرای آزمایش اثری بر عملکرد بذر گشنیز نداشت. در پژوهشی بر روی گیاهان دارویی تاجریزی (*Solanum retroflexum*) (۱۴) گزارش شد که کاربرد کود دامی باعث افزایش زیست توده گیاه مورد نظر شد. مطالعات خندان (۵۱) بر گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) و احمدیان و همکاران (۲) بر گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشان داد که استفاده از کود دامی باعث بهبود عملکرد و شاخص های کیفی گیاه گردید. با این وجود جهان (۴۰) در آزمایشی گزارش کرد که در اثر مصرف کود دامی میزان کامازولین گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) کاهش یافت. نتایج اکبری نیا و همکاران (۳) نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها عملکرد دانه و اسانس بیشتری در گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum*) تولید کرد. کالرا (۴۵) در پژوهشی نتیجه گرفت که عملکرد گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) حاصله از تیمارهای ورمی کمپوست، کود گاوی و ترکیب ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به طور معنی‌داری با عملکرد حاصل از سیستم کشاورزی رایج برابری می‌کرد. در پژوهشی اثر کاربرد سطوح مختلف کمپوست زباله شهری در گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus officinalis*) نشان‌دهنده برتری عملکرد این گیاه در تیمار ۲۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بود (۲۲). کوچکی و همکاران (۵۳) در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*)، آزاز و همکاران (۱۵)، محفوظ و شرف الدین (۵۷) در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و فاتما و همکاران (۳۲) در گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) با بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس، آزوسپیریلیوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و میکوریزا گزارش کردند که کودهای زیستی اثر مثبتی بر عملکرد بذر و میزان اسانس این گیاهان داشت. درزی و همکاران (۲۴) نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی بیوفسفات و میکوریزا بر روی ارتفاع و عملکرد بیولوژیکی و نیز وزن هزار دانه گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اثر معنی‌دار داشت. علی آبادی و همکاران (۶) و کاپور و همکاران (۴۷) نیز نتیجه گرفتند که استفاده از قارچ میکوریزا بر اجزای عملکرد، عملکرد بذر، اسانس، درصد اسانس و نیز مقدار جرانیول[1] و لینالول[2] موجود در اسانس در گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) اثر مثبتی دارد.

با توجه به گسترش فرهنگ استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهان و با در نظر گرفتن مسایل زیست محیطی ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی، استفاده از منابع آلی و بیولوژیک برای تامین نیازهای تغذیه ای گیاهان دارویی اجتناب ناپذیر می‌باشد. در این بررسی اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی گشنیز آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- کود زیستی میکوریزا، ۲- کود زیستی بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت دار، ۳- کود شیمیایی (NPK)، ۴- کود گاوی، ۵- ورمی کمپوست، ۶- میکوریزا + کود شیمیایی، ۷- میکوریزا + کود گاوی، ۸- میکوریزا + ورمی کمپوست، ۹- بیوسولفور + کود شیمیایی، ۱۰- بیوسولفور + کود گاوی، ۱۱- بیوسولفور + ورمی کمپوست و ۱۲- شاهد. قبل از اجرای آزمایش، از خاک محل مورد مطالعه و نیز هر یک از کودهای ورمی کمپوست و کود گاوی یک نمونه به آزمایشگاه منتقل و درصد عناصر غذایی موجود در آن‌ها تعیین شد (جداول ۱ و۲).

1 - Geranyl
2 - Linalool

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
لومی Loam	0.59	0.063	13.2	135	7.24	3.21

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست

Table 2- Chemical properties of cow manure and vermin compost

نوع کود	نیتروژن Total Nitrogen(%)	فسفر Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم Potassium ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.57	0.09	1.1	6.1	6.8
ورمی کمپوست Vermi compost	1.3	1.3	1.2	5	6.9

محاسبه مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه گشنیز بر اساس جدول ارایه شده توسط ملکوتی و طهرانی (۲۸) برای توصیه کودی سبزیجات صورت گرفت (جدول ۳). سپس عنصر نیتروژن به عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی و ورمی کمپوست انتخاب شد. با توجه به مقدار نیتروژن توصیه شده برای گیاه دارویی گشنیز و نیز مقدار نیتروژن موجود در هر یک از منابع کودی، مقدار لازم جهت تامین نیاز غذایی گیاه محاسبه گردید. بر این اساس مقدار کود گاوی و ورمی کمپوست مصرفی به ترتیب ۶۰ و ۱۷ تن در هکتار بود.

کودهای آلی مورد استفاده یک ماه قبل از کاشت به زمین اضافه و با خاک مخلوط گردیدند. تمامی کود فسفر و پتاسیم قبل از کاشت استفاده شد. یک سوم کود شیمیایی نیتروژن همزمان با کاشت و بقیه طی دو مرحله به صورت سرک (شش برگی و ابتدای ساقه‌دهی) مصرف شد. کود زیستی بیوسولفور (حاوی باکتری تیوباسیلوس به تعداد 10^9 عدد در هر گرم) به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار همزمان با کشت در زیر بذر و بر اساس توصیه کودی شرکت زیستی مهر آسیا (۲۵۰ کیلوگرم گوگرد به همراه ۵ کیلوگرم بیوسولفور در هر هکتار) استفاده شد. کود زیستی میکوریزا (*Glomus mosseae*) همزمان با کاشت، در اطراف و زیر بذر به مقدار ۳۳۰۰ کیلوگرم در هکتار خاک تلقیح شده مصرف شد.

جدول ۳- توصیه کودی برای کشت سبزی ها بر اساس آزمون خاک (۵۹)

Table 3- Fertilizer recommendation for vegetables cultivation based on soil analyze (59)

نیتروژن Nitrogen		فسفر Phosphorus		پتاسیم Potassium	
کربن آلی Organic carbon (%)	اوره Urea ($kg.ha^{-1}$)	فسفر Phosphorus ($mg.ha^{-1}$)	سوپر فسفات تریپل Triple super phosphate ($kg.ha^{-1}$)	پتاسیم Potassium ($mg.ha^{-1}$)	سولفات پتاسیم Potassium sulphate ($kg.ha^{-1}$)
<0.5	500	<5	150	<150	200
0.5-1	450	5-10	100	150-200	150
1-1.5	350	1-1.5	50	201-250	100
>1.5	250	>1.5	0	>300	0

کاشت در ۲۱ اسفند ماه سال ۱۳۸۹ و در کرت هایی با ابعاد ۳ متر مربع انجام گرفت. در داخل هر کرت تعداد ۵ پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر ایجاد و روی هر پشته دو ردیف گیاه کشت گردید، به طوری که تراکم گیاهی ۴۰ بوته در متر مربع به دست آمد (۴). آبیاری تا زمان استقرار کامل گیاه (یک ماه پس از کاشت) هر هفته دو مرتبه و پس از آن هر هفته یک بار و بصورت نشتی انجام شد. اولین عمل وجین علف‌های هرز همزمان با عملیات تنک در مرحله ۴ برگی و دومین وجین علف‌های هرز سه هفته پس از وجین اول صورت گرفت. با توجه به این که هم اندام رویشی و هم بذر گیاه گشنیز دارای کاربردهای غذایی و دارویی بوده به نظر می‌رسد برداشت یک چین از گیاه جهت مصرف اندام رویشی آن و برداشت بذر در چین دوم بتواند باعث بهبود مزیت اقتصادی نسبی این گیاه گردد؛ لذا برداشت دانه به چین دوم محصول اختصاص داده شد.

برداشت دانه هم‌زمان با زرد شدن بوته‌ها در هفته سوم تیرماه ۱۳۹۰ انجام شد. قبل از برداشت تعداد چهار بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد بذر در چتر، تعداد بذر در بوته و وزن صد دانه تعیین شد. پس از حذف دو ردیف کناری هر کرت به عنوان اثر حاشیه، زیست توده گیاهی کل برداشت و سپس عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین گردید. به منظور محاسبه عملکرد کیفی گیاه، مقدار ۵۰ گرم بذر از هر کرت برداشت و به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد و سپس درصد و عملکرد اسانس محاسبه گردید (۹). در طول مراحل انجام این آزمایش از هیچ‌گونه نهاده شیمیایی استفاده نشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع و ساقه جانبی

نتایج آزمایش نشان داد که اعمال تیمارهای تغذیه‌ای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر صفت ارتفاع گیاه دارویی گشنیز نداشت، با این وجود کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی و نیز میکوریزا با ورمی کمپوست تا حدی باعث بهبود این شاخص گردید و کاربرد منفرد کود شیمیایی نیز کمترین تاثیر را بر صفت مذکور بر جا گذاشت (جدول ۴ و ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مورد بررسی بر صفت تعداد شاخه جانبی معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی به ترتیب در تیمارهای کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و شاهد مشاهده شد. به طورکلی کاربرد تیمارهای تغذیه ای تلفیقی در مقایسه با تیمارهای منفرد دارای برتری بود (جدول ۵).

دلات (۲۵) در گیاه سرخارگل (*Echinacea purpurea*) و آتیه و همکاران (۱۳) در گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) گزارش کردند، کاربرد کودهای آلی بر ارتفاع گیاه اثر قابل توجهی داشت. گزارش شده است که مصرف ورمی کمپوست با تحریک رشد گیاه از طریق تولید متابولیت ها در طی فرآیند کمپوست شدن باعث بهبود رشد گیاه می شود (۱۳ و ۱۶). همچنین کاربرد کودهای حیوانی و ورمی کمپوست، فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، فراهمی عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود می‌دهد (۱۴). محمدی آریا و همکاران (۶۱) در مطالعه بر روی گیاه ذرت گزارش کردند، کودهای آلی باعث ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت باکتری تیوباسیلوس و نیز باکتری‌های حل کننده فسفات و در نتیجه افزایش قابلیت دسترسی به فسفر توسط گیاه شد.

به طور کلی با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که کاربرد کود شیمیایی در مقایسه با مصرف کودهای آلی اثری به مراتب کمتر بر فاکتورهای رشدی گیاه اعمال می‌کند. به نظر میرسد دلیل این موضوع محدود بودن تعداد عناصر غذایی کودهای شیمیایی و در نتیجه بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک و گیاه باشد (۳۱). همچنین کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف اثری به مراتب بیشتر بر وضعیت رشدی گیاه دارویی گشنیز داشت؛ این مسئله را می‌توان به تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی و نقش مکملی این عناصر در تأمین نیازهای غذایی گیاه زراعی نسبت داد. نتایج پژوهش شالان (۷۸) بر روی گیاه دارویی گل گاوزبان (*Borage officinalis*)، محفوظ و شرف الدین (۵۷) و ازاز و همکاران (۱۵) بر روی گیاه رازیانه و کومار و همکاران (۵۵) در یک گونه دارویی (*Artemisia pallens*) نیز نشان داد، کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف شامل کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی اثرات مثبتی بر افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه گیاهان مذکور داشت.

تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر

نتایج آزمایش نشان داد اثر تیمارهای تغذیه ای مورد مطالعه بر صفت تعداد چتر در بوته معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده برتری تیمار میکوریزا نسبت به سایر تیمارها بود. همچنین تیمار شاهد از نظر صفت مذکور در مقایسه با اکثر تیمارهای کودی مورد مطالعه دارای برتری بود.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 4- Results of analysis variance (mean square) for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ارتفاع Plant height	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branch	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد چترک در چتر Number of umbellet per umbel	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbels	تعداد دانه در گیاه Number of seed per plant	وزن صد دانه Hundred seed weight
تکرار Replicate	2	83*	0.12ns	6.19ns	1.08ns	25.8**	7331ns	0.06ns
تیمار Treatment	11	22ns	0.73*	12.3*	0.48ns	27.7**	11534**	0.018**
خطا Error	22	23	0.31	4.7	0.38	4.6	2801	0.003
ضریب تغییرات CV (%)	-	10	10	14	14	12	19	8

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

**, * and ns significant difference over control at P< 0.01 and P< 0.05 and not significantly, respectively

کمترین تعداد چتر در بوته در تیمارهای کاربرد منفرد کودهای شیمیایی و بیوسولفور مشاهده شد؛ به طوری که مقدار این شاخص در تیمارهای ذکر شده به میزان ۳۷ درصد کمتر از تیمار مصرف منفرد کود زیستی میکوریزا بود (جدول ۵). کاربرد تیمارهای کودی مورد مطالعه اثر قابل توجهی بر صفت تعداد چترک در چتر نداشت؛ با این وجود کاربرد منفرد کود زیستی میکوریزا در مقایسه با سایر تیمارها اثر مثبتی در افزایش مقدار این شاخص داشت (جدول ۵).

محفوظ و شرف الدین (۵۷) و کاپور و همکاران (۴۸) اثر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس، آزوسپیریلیوم و میکوریزا را بر تعداد چتر در گیاه دارویی رازیانه معنی دار گزارش کردند. نتایج بررسی مرادی و همکاران (۶۲) نیز نشان داد، مصرف تلفیقی کودهای آلی با بیولوژیک نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها، بر صفت تعداد چتر در گیاه رازیانه اثر مثبتی داشت اما بر تعداد چترک در چتر اثر قابل توجهی نداشت. گزارش شده است که کاربرد تلفیقی کودها باعث افزایش کربن آلی خاک، بهبود قابلیت دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش رشد گیاه می شود (۴۶ و ۷۳).

در این بررسی مصرف کود زیستی میکوریزا به صورت منفرد و یا تلفیقی با سایر منابع کودی اثرات قابل توجهی بر صفات تعداد چتر و تعداد چترک در گیاه دارویی گشنیز داشت. گزارش شده است که میکوریزا با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه از طریق افزایش میزان جذب آب و عناصر غذایی مانند فسفر و روی و نیز تقویت جامعه میکروبی خاک و حفاظت از گیاه در مقابل عوامل بیماریزای ریشه باعث افزایش رشد و نمو گیاه می شود (۱۱ و ۴۴).

تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی بر صفت تعداد دانه در چتر معنی‌دار بود (جدول ۴). حداکثر تعداد دانه در چتر در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که مقدار صفت مذکور در این تیمار به میزان ۲۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. در بین تیمارهای مصرف منفرد منابع کودی بیشترین مقدار این صفت در تیمار کاربرد کود زیستی میکوریزا به دست آمد؛ به طوری که این تیمار باعث افزایش صفت مذکور به میزان ۱۷ درصد در مقایسه با تیمار شاهد گردید. کاربرد منفرد منابع تغذیه‌ای مختلف به طور متوسط ۵ درصد و کاربرد تلفیقی آن‌ها به طور متوسط ۱۸ درصد صفت تعداد دانه در چتر را افزایش داد (جدول ۵).

نتایج آزمایش نشان دهنده اثر معنی دار تیمارهای تغذیه ای مورد مطالعه بر صفت تعداد دانه در گیاه بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد حداکثر و حداقل تعداد دانه در گیاه به ترتیب در تیمارهای کاربرد تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی و کاربرد منفرد کود شیمیایی به دست آمد، به طوری که اختلاف بین این دو تیمار در صفت مورد مطالعه بیش از ۱۳۰ درصد بود. در بین تیمارهای مصرف منفرد کودهای مورد مطالعه، تیمار تلقیح میکوریزایی بیشترین تاثیر را بر توان تولید بذر گیاه داشت؛ تیمار مذکور به میزان ۲۶ درصد تعداد دانه تولیدی در هر گیاه را افزایش داد. کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها اثر به مراتب بیشتری در جهت بهبود صفت تعداد دانه در گیاه داشت، به نحوی که حتی در مواردی کاربرد منفرد کودهای استفاده شده باعث کاهش صفت مذکور گردید (جدول ۵). صفت تعداد دانه در گیاه که برآیندی از صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر و تعداد دانه در چتر می‌باشد در تیمارهای مصرف منفرد کود شیمیایی و مصرف تلفیقی بیوسولفور با کود گاوی وضعیت

مطلوبی را نداشت.

جهان و همکاران (۴۱) گزارش کردند که مصرف کود دامی و کود بیولوژیک نیتراژین در گیاه کدو تخم کاغذی (*Cucurbita pepo*)، تعداد دانه در مترمربع و تعداد میوه در هکتار را افزایش داد. در تحقیق دیگری تلقیح سویا توسط باکتری ازتوباکتر سبب افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه در گیاه شد (۸).

کاربرد منفرد و تلفیقی کود زیستی میکوریزا بیشترین تأثیر را در جهت افزایش توان تولید بذری گیاه داشت. گزارش شده است که میکوریزا از طریق نفوذ در حفرات بسیار ریز خاک که برای ریشه‌های مویین قابل دسترس نیست و نیز افزایش سطح جذب مواد غذایی، باعث افزایش توان سیستم ریشه‌ای گیاه جهت بهره برداری از حجم بیشتری از خاک شده و میزان جذب عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف به خصوص فسفر را بهبود می‌بخشد و از این طریق بر وضعیت رشدی گیاه اثرات مثبتی بر جا می‌گذارد (۱۱، ۱۷ و ۳۴). با توجه به این‌که عنصر فسفر در افزایش تعداد دانه در گیاه و نیز انتقال انرژی حاصل از فتوسنتز نقش مهمی دارد (۶۷ و ۷۲)؛ لذا افزایش تعداد دانه در اثر کاربرد میکوریزا را می‌توان به افزایش فراهمی فسفر نسبت داد.

در پژوهش کنونی استفاده همزمان میکوریزا و کود شیمیایی اثر مثبتی بر میزان تولید بذر گیاه دارویی گشنیز داشت. علی و همکاران (۵) در پژوهش مشابهی اثرات کاربرد همزمان میکوریزا و کود شیمیایی را بر گیاه گشنیز مطالعه و گزارش کردند که مصرف نیتروژن تا سطح مشخصی باعث افزایش مقدار بذر تولیدی گیاه گردید. نتایج پژوهش قنه و عبدل رازیک (۳۵) بر روی گیاه سیب زمینی و صالح و همکاران (۷۴) در گیاه ذرت نیز حاکی از آن بود که کاربرد کود نیتروژن اثرات مثبتی بر رشد میکوریزا و تولید بذر گیاه برجا گذاشت. گزارش شده است که مصرف نیتروژن باعث تغییر شکل میکوریزا بر روی ریشه و تولید اسپورکارپ قارچ میکوریزا می شود (۸۰). با این وجود، کاربرد منفرد کود شیمیایی اثری بر بهبود مقدار بذر تولیدی گیاه نداشت. با توجه به این که آزادسازی عناصر غذایی موجود در کود شیمیایی در مراحل ابتدایی رشد گیاه صورت می گیرد، لذا در انتهای فصل رشد که مرحله باروری و تکامل بذر است، گیاه با کمبود عناصر غذایی مواجه شده که منجر به کاهش تعداد دانه و نیز وزن دانه می‌شود (۸۱ و ۸۲).

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی بر صفت وزن صد دانهٔ گیاه دارویی گشنیز بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر حصول بیشترین مقدار این شاخص در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی و کود زیستی میکوریزا با کود گاوی بود؛ به طوری که این تیمارها صفت مذکور را به میزان ۱۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. مصرف منفرد تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی علاوه بر این‌که اثری بر افزایش وزن صد دانه گیاه نداشت باعث کاهش وزن صد دانه در مقایسه با شاهد شد، اما کاربرد تلفیقی منابع کودی مورد مطالعه تا حدی در افزایش مقدار این شاخص موثر بود (جدول ۵).

درزی و همکاران (۲۴) در گیاه رازیانه نتیجه گرفتند که کاربرد کودهای زیستی بیوفسفات و میکوریزا بر وزن هزار دانه گیاه اثر مثبتی داشت. در تحقیق دیگری اثر کاربرد تلفیقی کود نیتروژن با کود دامی بر وزن هزار دانه گیاه ذرت مثبت گزارش شد (۵۸). با این وجود مرادی و همکاران (۶۲) گزارش کردند که اثر مصرف کودهای آلی و بیولوژیک بر وزن هزار دانه گیاه دارویی رازیانه معنی‌دار نبود. به نظر می رسد مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، بیولوژیک و آلی با فراهم نمودن تمامی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه اثر به مراتب بیشتری بر بهبود وزن صد دانه گیاه در مقایسه با کاربرد منفرد این منابع کودی داشته باشد. در آزمایش حاضر نیز کاربرد تلفیقی کودهای زیستی به خصوص میکوریزا با کودهای آلی و شیمیایی اثرات به مراتب بیشتری را در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک از منابع کودی ایجاد نمود. میکوریزا به علت افزایش جذب مواد غذایی، تولید هورمون‌های گیاهی و نیز اثرات هم افزایی با دیگر میکروارگانیسم های مفید خاک باعث ایجاد اثرات مثبت در گیاهان می‌شود (۱۸ و ۴۲). آزمایشات متعددی نشان داده‌اند که مصرف کودهای بیولوژیک، تولید هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، ژیبرلین و سیتوکینین را افزایش می‌دهند (۵۰ و ۷۱)؛ از آن‌جا که این هورمون ها به خصوص ژیبرلین و سیتوکینین در تحریک تقسیم سلولی اندام‌های گیاهی از جمله بذر نقش مهمی دارند؛ لذا می‌توانند در افزایش ظرفیت مخزن در گیاه جهت انتقال مواد فتوسنتزی نقش موثری داشته باشند.

کاربرد هم‌زمان بیوسولفور (تیوباسیلوس) و کود شیمیایی وزن صد دانه گیاه دارویی گشنیز را افزایش داد؛ به نظر می‌رسد که باکتری تیوباسیلوس از طریق تنظیم pH و درنتیجه افزایش جذب و انتقال فسفر در طی رشد زایشی گیاه (۶۱ و ۷۲) و کودهای شیمیایی از طریق تامین عناصر مورد نیاز جهت تکمیل ظرفیت مخزن، ترکیب مناسبی را جهت بهبود وزن صد دانه گیاه ایجاد کرده باشند.

عملکرد بیولوژیک

اثر تیمارهای آزمایشی بر صفت عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار بود (جدول ۶). تمامی منابع کودی به جز مصرف منفرد کود شیمیایی، مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه را افزایش دادند. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود شیمیایی مشاهده شد، که مقدار زیست توده تولیدی گیاه در این تیمار به میزان ۳۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. (جدول ۷).

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 5- Results of mean comparisons for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branch	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد چترک در چتر Number of umbellet per umbel	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbels	تعداد دانه در گیاه Number of seed per plant	وزن صد دانه Hundred seed weight (g)
شاهد Control	47a	5c	17.0ab	4.3ab	15.6cde	264abcd	0.76bc
کود گاوی Cow manure	49a	5.5abc	15.3abc	4.3ab	17.6abc	270abcd	0.78ab
ورمی کمپوست Vermi compost	49a	5.9abc	16.3ab	4.6a	15.6cde	256bcd	0.71bcd
کود شیمیایی Chemical fertilizer	46a	5.5abc	12.0c	4ab	13de	158e	0.71bcd
بیوسولفور Biosulfur	50a	5c	12.0c	4.3ab	16.6bcd	203cde	0.63d
میکوریزا Mycorrhizae	48a	5.7abc	19.0a	5.0a	18.6abc	353ab	0.65cd
بیوسولفور- کودگاوی Biosulfur-cow manure	49a	6.6a	15.6abc	3.3b	12.3e	192de	0.76bc
بیوسولفور-ورمی کمپوست Biosulfur- vermin compost	48a	6.2ab	14.3bc	4.6a	20ab	285abcd	0.75bcd
بیوسولفور- کود شیمیایی Biosulfur-chemical fertilizer	54a	6.1ab	14.3bc	4.3ab	21a	305abc	0.89a
میکوریزا- کودگاوی Mycorrhizae-cow manure	48a	5.6abc	14.6bc	4.3ab	20.6ab	303abc	0.89a
میکوریزا-ورمی کمپوست Mycorrhizae-vermin compost	54a	6.0abc	16.0abc	4.3ab	17.6abc	282abcd	0.75bcd
میکوریزا- کود شیمیایی Mycorrhizae-chemical fertilizer	53a	5.3bc	17.0ab	4.3ab	21.6a	366a	0.82ab

در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level

در بین تیمارهای مصرف منفرد عناصر غذایی، کود زیستی میکوریزا بیشترین تاثیر را بر بهبود مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه بر جا گذاشت؛ به طوری که شاخص مذکور در این تیمار به میزان ۱۳ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. به طور کلی مصرف تلفیقی عناصر غذایی در مقایسه با مصرف منفرد آن‌ها اثرات به مراتب چشمگیرتری در افزایش زیست توده تولیدی گیاه داشتند، نتایج حاکی از آن است که مصرف منفرد عناصر غذایی به طور متوسط سه درصد و مصرف تلفیقی آن‌ها به طور متوسط ۲۲ درصد، شاخص مذکور را افزایش دادند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد کاربرد هم‌زمان کود شیمیایی و

کود زیستی بیوسولفور (تیوباسیلوس) باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه دارویی گشنیز شد. اسکافیلد و همکاران (۷۶) در پژوهشی مشاهده کردند، کاربرد گوگرد با باکتری تیوباسیلوس عملکرد شبدر سفید (*Trifolium repens*) را افزایش داد. در تحقیق دیگری گزارش شد، کاربرد توام کودهای آلی با باکتری‌های حل کننده فسفات و باکتری تیوباسیلوس با بهبود وضعیت خاک، افزایش اکسایش گوگرد و افزایش کربن آلی خاک باعث افزایش زیست توده تولیدی ذرت گردید (۶۱). مطالعات نشان داده است که افزایش مقدار اکسایش گوگرد در خاک های تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس سبب بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه می‌شود (۲۰). از طرفی دیگر باکتری تیوباسیلوس با تنظیم pH خاک باعث افزایش فراهمی فسفر می‌گردد. گزارش شده است که فراهمی فسفر در خاک از طریق بهبود واکنش‌های درونی گیاه باعث افزایش جذب دیگر عناصر مغذی خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شود (۶۱).

در بین تمامی تیمارهای مورد مطالعه کاربرد توام میکوریزا و کود شیمیایی بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز را تولید نمود. گزارش شده است که وجود ترکیبات نیتروژن در خاک از مهم‌ترین عوامل موثر بر کلونیزاسیون قارچ میکوریزا است (۸۳). در مورد اثرات کود شیمیایی بر کلونیزاسیون میکوریزایی گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. نتایج علی و همکاران (۵) نشان داد، کاربرد همزمان سطوح میانی کود نیتروژن (۳۷/۵، ۷۵ . ۱۱۲/۵ میلی‌گرم آمونیوم نیترات در یک کیلوگرم خاک) و کود زیستی میکوریزا عملکرد بیولوژیک گشنیز را افزایش داد؛ آن‌ها گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش سرعت استقرار میکوریزا می‌شود. جا و همکاران (۴۳) در تحقیق مشابهی نتیجه گرفتند که کاربرد همزمان میکوریزا و نیتروژن باعث بهبود عملکرد پیاز (*Allium cepa*) شد. با این حال کوارووا و همکاران (۵۴) در پژوهشی بر روی *Polygonum cuspidatum* گزارش کردند که سطوح مختلف کود نیتروژن اثری بر کلونیزاسیون میکوریزا نداشت. در آزمایشات دیگری نیز گزارش شد که مصرف کود شیمیایی باعث کاهش اثرات مثبت میکوریزا شد (۲۱ و ۸۳). بر این اساس به نظر می رسد واکنش گیاه به کاربرد همزمان کود شیمیایی و میکوریزا به فاکتورهای متعددی مانند مقدار و زمان مصرف کود شیمیایی، نوع گیاه و نوع خاک وابسته باشد. در پژوهشی بر روی گشنیز اثرات کاربرد توام میکوریزا و کود شیمیایی مطالعه و گزارش شد، اثر کود نیتروژن بر کلونیزاسون میکوریزایی و رشد گیاه به میزان کود و نوع خاک وابسته است (۵). مطالعات حاکی از آن است که استفاده توام کود دامی و شیمیایی از طریق افزایش کارایی جذب مواد غذایی منجر به بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۵۸ و ۶۸). بطورکلی اعمال تیمارهای کودی تلفیقی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها، اثرات به مراتب بیشتری بر میزان عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز داشت.

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز داشتند (جدول ۶). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد اقتصادی به ترتیب در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود شیمیایی مشاهده شد؛ به طوری که میزان عملکرد اقتصادی در تیمار کاربرد تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی تقریباً ۳/۵ برابر تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی بود. تیمار مصرف تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۴۸ درصد عملکرد اقتصادی گیاه را افزایش داد. کاربرد منفرد تمامی منابع کودی به جز تلقیح میکوریزایی اثری در بهبود عملکرد دانهٔ گیاه نداشتند، در حالی که مصرف تلفیقی منابع کودی به خصوص تیمارهای حاوی میکوریزا سبب افزایش عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز گردید. تیمارهای کاربرد کود شیمیایی و مصرف توام کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی اثری در بهبود عملکرد اقتصادی گیاه دارویی گشنیز نداشت؛ این مسئله ناشی از عدم تاثیر این تیمارها بر صفات مربوط به اجزای عملکرد گیاه (تعداد چتر در گیاه، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر) می‌باشد (جدول ۵).

کاربرد منفرد کود شیمیایی اثری بر بهبود عملکرد گیاه دارویی گشنیز نداشت. نتایج تحقیق مشابهی نشان داد که با کاربرد کود شیمیایی نیتروژن تا سطح ۶۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بذر گشنیز افزایش و کاربرد بیشتر نیتروژن باعث کاهش مقدار بذر تولیدی گیاه شد (۴). نتایج آرگانوسا (۹) نیز حاکی از آن است که کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن اثری بر عملکرد بذر گیاه گشنیز نداشت.

در بین تیمارهای مصرف منفرد عناصر غذایی، کود زیستی میکوریزا بیشترین اثر را بر بهبود عملکرد اقتصادی و بیولوژیک گیاه دارویی گشنیز اعمال کرد. گزارش شده است که میکوریزا از طریق بهبود جذب و انتقال آب و فراهمی مواد غذایی به خصوص فسفر که نقش مهمی در انتقال انرژی در طی فتوسنتز دارد باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (۶۷). کوپتا و همکاران (۲۳) در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) و علی آبادی و همکاران (۶) در گیاه گشنیز نتیجه گرفتند که اثر استفاده از قارچ میکوریزا بر زیست توده گیاه و عملکرد بذر معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد جهت اثبات برقراری رابطه همزیستی بین میکوریزا و ریشه گیاه میزبان، بهتر است از روش‌های رنگ آمیزی استفاده گردد.

نتایج حاکی از برتری کاربرد تیمارهای کودی تلفیقی در عملکرد اقتصادی گیاه گشنیز بود. نتایج بررسی مجیدیان و همکاران (۵۸) در ذرت نشان داد حداکثر و حداقل میزان عملکرد دانه به ترتیب با مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن با کود دامی و کود منفرد دامی

به‌دست آمد. مطالعات شریفی عاشور آبادی و همکاران (۷۹) در گیاه دارویی رازیانه نشان داد، عملکرد بذر در تیمارهای تغذیه تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی نسبت به کاربرد منفرد آن‌ها بیشتر بود. نتایج مالاناگودا (۶۰) در گیاه گشنیز، بیانگر افزایش عملکرد دانه، در کاربرد تلفیقی کود شیمیایی با کود گاوی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش کارایی جذب مواد غذایی بود. مالاناگودا (۶۰) یکی از دلائل افزایش رشد و تولید گیاهان زراعی در شرایط مصرف توام کود شیمیایی با کود دامی را افزایش فراهمی عناصر غذایی دانست. به طور کلی کاربرد تلفیقی منابع کودی یکی از روش‌های موثر در کشاورزی پایدار برای افزایش عملکرد گیاهان زراعی می باشد.

شاخص برداشت

اثر تیمارهای تغذیه ای مورد بررسی بر شاخص برداشت گیاه معنی دار بود (جدول ۶). حداکثر و حداقل میزان این صفت به ترتیب در تیمارهای کاربرد توام کود زیستی میکوریز با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور مشاهده شد، به طوری که شاخص برداشت در مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور و کود شیمیایی حدوداً ۵۰ درصد کمتر از تیمار کاربرد توام کود زیستی میکوریز با کود شیمیایی بود. مصرف منفرد میکوریزا و نیز مصرف تلفیقی میکوریزا با کود شیمیایی تا حدی در مقایسه با سایر تیمارهای منفرد و تلفیقی دارای برتری بودند. به طور کلی کاربرد تلفیقی منابع تغذیه ای به خصوص کود زیستی میکوریزا، در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها اثرات بهتری را بر میزان شاخص برداشت در گیاه دارویی گشنیز دارا بودند (جدول ۷). مصرف توام کود شیمیایی و بیوسولفور باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی شد؛ اما به دلیل عدم تاثیر این تیمار بر عملکرد اقتصادی گیاه در نهایت شاخص برداشت در تیمار مذکور کاهش یافت.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای تغذیه‌ای مورد بررسی بر درصد اسانس بذر گیاه دارویی گشنیز بود (جدول ۶). در حالی که مصرف منفرد کودهای آلی ورمی کمپوست و کود گاوی و نیز کود زیستی بیوسولفور باعث کاهش درصد اسانس گیاه گردید، مصرف منفرد کود شیمیایی بر این شاخص اثری نداشت و تلقیح میکوریزایی بذر به میزان ۲۵ درصد شاخص مذکور را افزایش داد. کاربرد تلفیقی تیمارهای تغذیه‌ای در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک اثر به مراتب بیشتری در بهبود درصد اسانس گیاه داشت، به طوری که کاربرد منفرد منابع کودی مورد بررسی صفت مذکور را به طور متوسط هشت درصد کاهش و کاربرد تلفیقی آن‌ها به طور متوسط هفت درصد افزایش داد (جدول ۷).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای کودی مورد مطالعه بر صفت عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز اثر معنی داری داشت (جدول۶). بیشترین و کمترین مقدار عملکرد اسانس بترتیب در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی و مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور به دست آمد، به طوری که عملکرد اسانس در گیاهان تغذیه شده با تیمار تلفیقی میکوریزا و کود شیمیایی هفت برابر گیاهانی بود که تنها با کود زیستی بیوسولفور تغذیه شده بودند؛ همچنین عملکرد اسانس در تیمار مذکور ۵۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 6- Results of analysis variance (mean square) for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد اقتصادی Economical yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replicate	2	24964ns	139080ns	229**	0.0003ns	336554ns
تیمار Treatment	11	362135**	242666**	195**	0.005**	1244682**
خطا Error	22	61161	51322	46	0.001	252255
ضریب تغییرات CV (%)	-	12	27	17	22	40

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

**, * and ns significant difference over control at P< 0.01 and P< 0.05 and not significantly, respectively

کاربرد منفرد تمامی منابع کودی به جز تلقیح میکوریزایی سبب کاهش عملکرد اسانس گیاه گشنیز شد، با این حال مصرف تلفیقی کودهای مورد استفاده به خصوص کودهای حاوی میکوریزا در اکثر موارد سبب بهبود صفت مذکور در مقایسه با تیمار شاهد گردید. مصرف منفرد میکوریزا سبب افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با تمامی تیمارهای منفرد و نیز تیمارهای تلفیقی حاوی بیوسولفور گردید (جدول ۷).

نتایج آزمایشات کوچکی و همکاران (۵۳) بر روی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، محفوظ و شرف الدین (۵۷) بر روی گیاه رازیانه و فاتما و همکاران (۳۲) در گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) بیانگر اثرات مثبت کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، آزوسپیریلوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و میکوریزا بر درصد اسانس گیاهان مذکور بود. علی آبادی و همکاران (۶) و کاپور و همکاران (۴۷) نیز نتیجه گرفتند که استفاده از قارچ میکوریزا بر درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز اثر مثبتی داشت. کالرا (۴۵) در گیاه نعناع فلفلی و ویلدووا و استلکوا (۸۴) در گیاه بابونه اثرات کشت ارگانیک را بر درصد و عملکرد اسانس مثبت گزارش کردند. نتایج درزی و همکاران (۲۴) نشان داد که اثر کاربرد میکوریزا و کود بیولوژیک بیوفسفات بر میزان اسانس گیاه رازیانه معنی‌دار بود. دلیل بهبود کیفیت گیاهان دارویی در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک به اثرات متقابل گیاه و ریزجاندار، انتقال سیگنال توسط ریزجاندار و پاسخ های دفاعی گیاه نسبت داده شده است (۳۸ و ۵۰). علاوه بر این گزارش شده است که برخی از مسیرهای بیوسنتزی متابولیت های ثانویه به وسیله میکروارگانیسم های خاکزی از جمله میکوریزا تحریک می گردد (۲۶).

در آزمایش کنونی کاربرد تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آن‌ها اثرات به مراتب بیشتری بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی گشنیز داشت. در پژوهش های دیگری بر روی گیاهان دارویی زوفا و زنیان مشاهده شد که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی باعث بهبود خصوصیات کیفی گیاهان مذکور گردید (۵۶). نتایج اکبری نیا و همکاران (۳) نیز نشان داد که کاربرد تلفیقی کود دامی و شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آن‌ها عملکرد اسانس بیشتری در گیاه دارویی زنیان تولید کرد. نتایج پژوهش دیگری نیز حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و بیولوژیک باعث حصول حداکثر عملکرد اسانس در گیاه دارویی درمنه شد (۵۵). به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودهای آلی با کودهای شیمیایی و بیولوژیک ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باعث افزایش دسترسی به عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد کیفی گیاه می گردد.

نتایج آزمایش حاضر مطابق با نتایج جهان (۴۰) و فلاحی و همکاران (۳۰) در گیاه دارویی بابونه نشان داد که در اثر مصرف کودهای آلی میزان اسانس گیاه کاهش یافت. جهان (۴۰) دلیل کاهش اسانس گیاه در اثر کاربرد کودهای آلی را به تخفیف شرایط تنش در نتیجه مصرف این قبیل کودها نسبت داد. همچنین فلاحی و همکاران (۳۰) نیز این موضوع را با توان کود پذیری پایین گیاهان دارویی و کاهش شدت تنش آب در شرایط مصرف کودهای آلی مرتبط دانستند. آنها گزارش کردند که از آنجا که درصد اسانس در پاسخ به تنش های محیطی افزایش می یابد، به دلیل کاهش شدت تنش به ویژه تنش آب، در اثر مصرف کودهای آلی، درصد اسانس گیاه کاهش می یابد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که مدیریت تغذیه ای گیاه دارویی گشنیز اثرات قابل توجهی بر شاخص‌های کمی و کیفی این گیاه دارد. در بین تیمارهای منفرد کودهای مورد مطالعه، کود زیستی میکوریزا بیشترین تاثیر را بر بهبود شاخص های رشدی و نیز عملکرد بذر و اسانس گیاه اعمال کرد؛ به طوری که عملکرد اقتصادی و عملکرد اسانس در این تیمار در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۴ و ۳۵ درصد افزایش یافت. همچنین در بین تیمارهای تلفیقی مورد مطالعه کاربرد همزمان کود شیمیایی با کود زیستی میکوریزا در مقایسه با سایر تیمارهای تلفیقی دارای برتری قابل ملاحظه ای بود. مقدار عملکرد بذر و اسانس در این تیمار به ترتیب ۴۸ و ۵۶ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. همچنین کاربرد تلفیقی منابع کودی مختلف در مقایسه با کاربرد منفرد هریک از آن‌ها باعث بهبود قابل توجه ویژگی های رشد و نیز عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و شاخص‌های کیفی گیاه دارویی گشنیز گردید.

تشکر و قدردانی

بدینوسله از پرسنل زحمتکش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و مسئولین آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه و آزمایشگاه تحقیقات عالی گیاهان زراعی که در طول انجام مراحل این آزمایش نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

جدول ۷- مقایسه میانگین های برخی شاخص های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 7- Results of mean comparisons for some vegetative growth parameters of coriander as affected by organic, biological and chemical fertilizers

تیمارها Treatments	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد اقتصادی Economical yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g.ha^{-1}$)
شاهد Control	1796cd	773bcd	43b	0.15ab	1167bcd
کود گاوی Cow manure	1920cd	806bcd	41bc	0.07c	557d
ورمی کمپوست Vermi compost	1867cd	702bcd	37bcde	0.12bc	860cd
کود شیمیایی Chemical fertilizer	1506d	426d	27de	0.15ab	643d
بیوسولفور Biosulfur	1837cd	478cd	26e	0.08c	371d
میکوریزا Mycorrhizae	2044c	891bc	43b	0.2a	1782abc
بیوسولفور- کودگاوی Biosulfur-cow manure	1872cd	552cd	29cde	0.19a	1032bcd
بیوسولفور-ورمی کمپوست Biosulfur- vermin compost	2073bc	820bcd	39bcd	0.15ab	1254bcd
بیوسولفور- کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer	2626a	1050b	39bcd	0.15ab	1690abc
میکوریزا- کودگاوی Mycorrhizae-cow manure	2501ab	1048b	42bc	0.18ab	1902ab
میکوریزا-ورمی کمپوست Mycorrhizae- vermin compost	2089bc	804bcd	38bcde	0.14ab	1179bcd
میکوریزا- کود شیمیایی Mycorrhizae- chemical fertilizer	2602a	1468a	55a	0.17ab	2602a

در هرستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Similar letter in each column indicate no significant difference in 5% level

منابع

1- Adediran J.A., Taiwo L.B., Akande M.O., Sobulo R.A., and Idowu O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition, 27: 1163-1181.

2- Ahmadian H., Ghanbari A., and Ghalavi M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Iranian Field Crop Research, 4(2): 207-216. (In Persian with English Summary)

3- Akbari Nia A., Ghalavand A., Tahmasebi Z., Sefidkon F., Sharifi Ashoorabadi A., and Rezaei M.b. 2002. Effect of different feeding systems on yield and essential oil content of seeds Ajowan. Medicinal and Aromatic Plants Research, 18: 89-109. (In Persian with English Summary)

4- Akbari Nia A., Daneshian J., and Mohammadbeigi F. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L.. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 410-419. (In Persian with English Summary)

5- Ali F.S., Zayed G., Saad O.A., and Abdul-Mohsen H. 2009. Optimisation of nitrogen fertilizer level for maximum colonization of mycorrhizae on roots of Coriander plants. African Crop Science Conference Proceeding, 9: 117-122.

6- Aliabadi Farahani H., Arbab A., and Abbaszadeh B. 2008. The effects of super phosphate triple, water deficit stress and *Glomus hoi* biological fertilizer on some quantity and quality characteristics of *Coriandrum sativum* L.. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 18-30. (In Persian with English Summary)
7- Allievi L., Marchesisni A., Salardi C., Piano V., and Ferrari A. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a compost treatment. Bioresource Technology, 43: 85-89.
8- Ardakani M., Sani B., Noormohammadi Gh., Khosravi H., and Farahbakhsh A. 2007. Efficiency comparison of inoculated biological fertilizers on production and yield of soybean. Abstract of 2nd National Congress of Ecological Agriculture of Iran. 17 and 18 October 2007, Gorgan. (In Persian)
9- Arganosa G.C., Sosuskli F.W., and Slikard A.E. 1998a. Seed yield and essential oil of biennial caraway grown in Western Canada. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 1(9): 9-17.
10- Arganosa G.C., Sosuskli F.W., and Slikard A.E. 1998b. Seed yield and essential oil of northern-grown coriander (*Coriandrum sativum L.*). Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 6(2): 23-32.
11- Arpana J., and Bagyaraj D.J. 2007. Response of kalmegh to an *Arbuscalar Mycorrhizal* fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. American-Eurasian Journal Agriculture Science, 2(1): 33-38.
12- Aseri G.K., Jain N., Panwar J., Rao A.V., and Meghwal P.R. 2008. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum L.*) in Indian Thar Desert. Scientia Horticulturae, 117: 130–135.
13- Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., and Metzger J.D. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology, 81(2): 103-108.
14- Azeez J.O., Van Averbeke W., and Okorogbona A.O.M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima L.*) and nightshade (*Solanum retroflexum Dun.*) to the application of three animal manures. Bioresource Technology, 101: 2499–2505.
15- Azzaz N.A., Hassan E., and Hamed E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied sciences, 3(2): 579-587.
16- Bachman G.R., and Metzger J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology, 99: 3155–3161.
17- Backhaus G.F., Häggblom P., and Nilsson L.O. 1986. The influence of vesicular-*Arbuscular mycorrhizae* on biomass production in willow. Canadian Journal Forestry Research, 16: 103–108.
18- Bagyaraj D.J., and Varma A. 1995. Interactions between *Arbuscular mycorrhizal* fungi and plants: Their importance in sustainable agriculture in arid and semiarid tropics. Advances in Microbial Ecology, 14: 119-122.
19- Bauer A., and Black A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America, 58: 185-193.
20- Besharati kelaye H., and Salehrastin N. 2000. The effects of sulfur and inoculants of *Thiobacillus* bacteria on the amount of iron and zinc absorption by corn in a greenhouse. Journal of Soil and Water, 7(12): 63-72. (In Persian)
21- Bethlenfalvay G.J., Andrade G., and Azcón-Aquilar C. 1997. Plant and soil response to mycorrhizal fungi and rhizobacteria in nodulated or nitrate-fertilized peas (*Pisum sativum* L.). Biology Fertilizer Soils, 24: 164–168.
22- Cala V., Cases M.A., and Walter I. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. Journal Arid Environment, 62: 401-412.
23- Copetta A., Lingua G., and Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandularhairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.
24- Darzi M.T., Galavand A., Rejali F., and Sefid kon F. 2007. Effect of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(4): 276-292.
25- Delate K. 2000. Heenah mahyah student form herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA
26- Demir S. 2004. Influence of *Arbuscular mycorrhiza* on some physiological growth parameters of pepper. Turkish Journal Biology, 28: 85-90.
27- Dierchesen A. 1996. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crop. Coriander, International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Italy. 82 pp.
28- Ebadi M.T., Fallahi J., Azizi M., and Rezvani Moghaddam P. 2007. The effects of application of organic fertilizer on growth parameters and yield of two breeding cultivars of chamomile. The First National Conference of Management and Developing of Sustainable Agriculture in Iran, Ahvaz, 3-5 December 2007, p. 129-135. (In Persian)
29- Fallah A. Ghalavand M., and Khajehpour R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resource, 40(11): 233-243. (In Persian with English Summary)
30- Fallahi J., Koocheki A., and Rezvani Moghaddam P. 2008. The effect of organic fertilizers on quantity index and

the amount of essential oil and chamazulene in chamomile. Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157-168. (In Persian with English Summary)
31- Fallahi J., Koochaki A., and Rezvani Moghaddam P. 2009. Investigating the effects of biological fertilizers on qualitative and quantitative of chamomile. Journal of Iranian Field Crop Research, 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)
32- Fatma A.G., Lobna A.M., and Osman N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10(4): 381–387.
33- Forooghi far H., and Poorkasmaei M.A. 2002. Science and Soil Management (Volume I) (Translation). Ferdowsi University of Mashhad Publisher, Mashhad.
34- Ghazi A., Nehad A., and Yahia-Othman. 2007. Application of mycorrhizae fungi to improve drought tolerance in two onion cultivars. African Crop Science Society, 8: 1-5.
35- Ghone I.M., and Abed-Razik A.H.1999. Effect of biofertilisation under different nitrogen levels on growth, yield and chemical contents of potato plants. Advanced Journal of Agriculture Research, 4(2): 757-769.
36- Ghost B.C., and Bhat R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollut, 102: 123–126.
37- Gujar S.M., Warade A.D., Anjali M., and Paltankar D.H. 2005. Effect of dates of sowing and nitrogen levels on growth, seed yield and quality of Coriander. Crop Research, 29(2): 288-291.
38- Imre E., Somssich I.E., and Hahlbrok K. 1998. Pathogen defense in plant-a paradigm of biological complexity. Trends in Plant Science, 3(3): 86–90.
39- Iranipoor R., Malakooti M.J., Abedi A., Sajjadi A., and Ghafoorian H. 2007. The main effects of phosphate, sulfur and *Thiobacillus* bacteria on crop yield and residual effects of it on crop yield of barley. Journal of Soil and Water Sciences, 21(2): 195-205. (In Persian)
40- Jahan M. 2004. Evaluation of ecological aspects of intercropping of chamomile and calendula with manure. M.Sc Thesis, agronomy, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
41- Jahan M., Nassiri Mahallati M., Salari M.D., and Ghorbani R. 2000. The effects of application time of manure and biological fertilizers on quality and quantity characteristics of medicinal pumpkin. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(4): 726-7347. (In Persian)
42- Jeffries P., Gianinazzi S., Perotto G., Turnau K., and Bareae J. 2003. The contribution of *Arbuscular mycorrhizal* fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. Biology and Fertility of Soils, 37: 1-16.
43- Jha A.K. Netra P., and Sexena A.K. 2005. Screening of Vesicular *Arbuscular mycorrhizas* for onion. Indian Journal of Horticulture, 62(4): 411-412.
44- Johansen A., Jakobsen I., and Jensen E.S. 1994. Hyphal N transport by a vesicular *Arbuscular mycorrhizal* fungus associated with cucumber grown at three nitrogen levels. Plant and Soil, 160: 1–9.
45- Kalra A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). FAO.
46- Kanchikerimath M., and Singh D. 2001. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambisol India. Agriculture, Ecosystems and Environment, 86:155-162.
47- Kapoor R., Giri B., and Mukerji K.G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(4): 339- 342.
48- Kapoor R., Giri B., and Mukerji K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 307–311.
49- Karimizarchi M., and Kalbasi M. 1998. Effect of aeration and mixing on process of composting and compost quality produced from municipal waste. The Sixth Congress of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad, pp: 7.
50- Karthikeyan B., Abdul Jaleel C., Lakshmanan G.M.A., and Deiveekasundaram M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 62:143–145.
51- Khandan A. 2004. Effects of organic and chemical fertilizers on soil physical and chemical properties of *Plantago pslliom.* M.Sc Thesis of pedology, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary)
52- Khorassani R. 2000. Phosphorus uptake efficiency in corn, sugar beet and groundnut. Journal of Water and Soil, 24(1): 180-188. (In presian)
53- Koocheki A., Tabrizi L., and Ghorbani R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 126-136. (In Persian with English Summary)
54- Kovarova M., Frantik T., Koblihova H., Bartunkova K. Nyvltova Z., and Vosatka M. 2011. Effect of clone selection, nitrogen supply, leaf damage and mycorrhizal fungi on stilbene and emodin production in knotweed. BMC Plant Biology, 11:98-111.
55- Kumar T.S., Swaminathan V., and Kumar S. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizer on growth,

yield and essential oil constituents in Raton crop of davana (*Artemisia pallens*). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8(2): 86-95.
56- Lebaschi M.H., Matin A., and Amin, GH. 2001. The effect of organic and chemical fertilizers on the yield and composition of Hypericum. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 10: 53-63. (In Persian)
57- Mahfouz S.A., and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.). International Agrophysics, 21: 361-366.
58- Majidian M., Ghalavand A., Karimaian N.F., and Kamgar Haghighi, A.A. 2008. Effects of water stress, nitrogen fertilizer, manure and combination of nitrogen fertilizer and manure on yield, yield components and water use efficiency of SC 704 Corn. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12(44): 417-432. (In Persian)
59- Malakuti M.J., and Tehrani M.M. 1999. The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Improving of Quality of Agriculture Production. Tarbiat Modares University Publishing. pp 190.
60- Mallanagouda B. 1995. Effects of N. P.K and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science, 4: 916-918.
61- Mohamadi Ariya M., Lakziyan A., and Hagh Nia G.H. 2010. The effects of innoculum of *Thiobacillus* and *Asperjillus* on growth of *Zea mays*. Journal of Iranian Field Crop Research, 8(1): 82-89. (In Persian)
62- Moradi R. Rezvani Moghaddam P. Nasiri Mahallati M., and Lakzian A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components, and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Journal of Iranian Field Crop Research, 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)
63- Mostafavian S.R., Pirdashti H., Ramzanpour M.R., Andarkhor A.A., and Shahsavari A. 2008. Effect of mycorrhizae, *Thiobacillus* and sulfur nutrition on the chemical composition of soybean [*Glycine max* (L.)] Merr. seed. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(6): 826-835.
64- Neffati M., Sriti J., Hamdaoui G., Kchouk M.E., and Marzouk B. 2011. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities. Food Chemistry, 124: 221- 225.
65- Omidbaigi R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol: 1. Tehran, Astane Qodse Razavi Publication. 283 pp.
66- Paksoy M., and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo L.*) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
67- Paradi I., Bratek Z., and Lang F. 2003. Influence of *Arbuscular mycorrhiza* and phosphorus supply on polymine content, growth and photosynthesis of *Plantago anceolata*. Biologia Plantarum, 46:563-569.
68- Parmar D.K., and Sharma T.R. 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea (*Pisum sativum var aravense*) in dry temperature zone of Himachal Pradesh. Indian Journal Agriculture Science, 68: 247-253.
69- Rahimi A.R., Mashayekhi K., Hemmati Kh., and Dordipour E. 2009. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Plant Production, 16(4): 149-156. (In Persian with English Summary)
70- Ramadan M.F., and Morsel J.T. 2003. Analysis of glycolipids from black cumin (*Nigella sativa L.*), coriander (*Coriandrum sativum L.*) and niger (*Guizotia abyssinica Cass.*) oilseeds. Food Chemistry, 80:197–204.
71- Rivera-Cruz M.C., Narcıa A.T., Ballona G.C., Kohler J., Caravaca F., and Rold A. 2008. Poultry manure and banana wastes are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. Soil Biology and Biochemistry, 40: 3092–3095.
72- Rosa M.C., Muchovaj J., and Alvarez V.H. 1989. Temporal relation of 17 phosphorus fraction in an oxisol amended Phosphate rock and *Thiobacillus thiooxidans*. Soil Science Society American Journal, 53: 1096-110.
73- Sabahi, H., Ghalavand, A., Modares sanavi, A.M., and Asgharzadeh, A. 2008. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (Brassica napus) yield and chemical properties of soil, Journal of Soil and Water, 22(2): 1-15. (In Persian with English Summary)
74- Saleh E.A., Nokhal T.H., El-Borollosy M.A., Fendrik I., Sharaf M.S., and El-sawy M. 1998. Effectiveness of dual inoculation with diazotrophs and vesicular *Arbuscular mycorrhizae* on growth and medicinal compounds of *Datura stramonium*. Arab Universities Journal of agricultural Sciences, 6(2): 343-355.
75- Salimpour S., Khavazi K., Nadian H., Besharati H., and Miransari M. 2010. Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus L.*) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. Australian Journal of Crop Science, 4(5): 330-334.
76- Schofield P.E., Gregg P., and Syers J.K. 1981. Biosuper as a phosphate fertilizer (a glasshouse evaluation). New Zealand Journal of Experimental Agriculture, 9: 63-97.
77- Sefid kon, F. 1998. Study of shoots and fruit essential oil of coriander. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 13: 32-38. (In Persian)
78- Shaalan M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research, 83(1): 271.
79- Sharifi ashoorabadi A., Ghalavand A., Noormohammadi GH., Matin A., Amin Gh. Babakhanloo P., Lebaschi M.H., and Sefidkon F. 2001. Effect of organic and chemical fertilizers on the performance of fennel. Iranian

Journal of Medical and Aromatic Plants, 7: 3-26. (In Persian)
80- Termorshuizen A.J., and Ket P.C. 1993. The effects of fertilization with ammonium and nitrate on mycorrhizal seedlings of *Pinus sylvestris*. Agriculture Ecosystems and Environment, 28(1): 497-501.
81- Uhart S.A., and Andrade F.H. 1995a. Nitrogen deficiency in maize. I. Effect on crop growth, development to dry matter-partitioning, and kernel set. Crop Science, 35:1376-1383.
82- Uhart S.A., and Andrade F.H. 1995b. Nitrogen deficiency in maize. II. Effect on crop carbon- nitrogen interaction effect on kernel number and grain yield. Crop Science, 35: 1384-1389.
83- Vazquez M.M., Barea J.M., and Azcon R. 2002. Influence of *Arbuscular mycorrhizae* and a genetically modified strain of Sinorhizobium on growth, nitrate reductase activity and protein content in shoots and roots of *Medicago sativa* as affected by nitrogen concentrations. Soil Biology and Biochemistry, 34: 899-905.
84- Vildova A., and Stolcova M. 2006. Cultivation technology of chamomile (*Matricaria recutita L.*) in organic agriculture. 1nd international Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Slovak Republic, Prosov, pp 50.
85- Wu S.C., Cao Z.H., Li Z.G. Cheung K.C., and Wong M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Geoderma, 125:155-166.
86- Yalcintas G. 1995. The effect of sowing dates and levels of nitrogen fertilizer on yield and some agricultural characteristics of Coriander. Master Thesis, Ondokuz Mayis University, Institute of Natural and Applied Sciences. Department of Agronomy, Turkey.